

INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND STAHLBETONBAU

DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE BRAUNSCHWEIG

DIREKTOR: o. PROF. DR.-ING. KARL KORDINA

M
15

Abschlußbericht zum Forschungsauftrag

"Das Verhalten von Mauerwerkskörpern gegen Schlagregen"

von

o.Prof. Dr.-Ing. K. Kordina

und

Dipl.-Ing. C. Meyer-Ottens

September 1965

Die Untersuchungen wurden im Auftrage des Herrn Bundesministers für
Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung durchgeführt:
Bad Godesberg, Az.: IV 1 - 4119 Nr. 260/1/62 vom 30.5.1962

Inhalts - Übersicht

		Seite
1.	Allgemeines	2
2.	Versuchsmaterial	2
3.	Versuchsergebnisse	
3.1	Spezifische Saugfähigkeit	4
3.2	Scherbenrohdichte	5
3.3	Wasseraufnahme - Wasserabgabe	6
3.4	Schlagregenversuche	
	1 Versuchsaufbau - Versuchsbedingungen	7
	2 Durchfeuchtung der Prüfwände	9
4.	Zusammenfassung	12
5.	Anlagen	
	Spezifische Saugfähigkeit V HLz A	Anlage 1
	Spezifische Saugfähigkeit V Mz	" 2
	"Scherbenrohdichte" V HLz A	" 3
	"Scherbenrohdichte" V Mz	" 4
	Wasseraufnahme u. -abgabe V HLz A	
	Versuch Nr. 1 (410)	" 5
	Wasseraufnahme u. -abgabe V HLz A	
	Versuch Nr. 5 (414)	" 6
	Wasseraufnahme u. -abgabe V HLz A	
	Versuch Nr. 3 (412)	" 7
	Wasseraufnahme u. -abgabe V Mz	
	Versuch Nr. 2 (411)	" 8
	Wasseraufnahme u. -abgabe V Mz	
	Versuch Nr. 6 (415)	" 9
	Wasseraufnahme u. -abgabe V Mz	
	Versuch Nr. 4 (413)	" 10
	Wasseraufnahme u. -abgabe der Ziegelsorten	" 11
	Versuchsaufbau	" 12
	Wassermengen bei den Regenversuchen	" 13
	Lage der durchfeuchteten Stellen auf der dem Regen abgekehrten Prüfkörperseite	" 14

1. Allgemeines

Auf Antrag der Forschungsstelle des Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie e.V., Bonn, vom 19.9.1961 und im Auftrage des Bundesministers für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung, Bad Godesberg (Az.: IV 1 - 4119 Nr. 260/1/62 vom 30.5.1962) untersuchte das Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Technischen Hochschule Braunschweig im Einvernehmen mit der Arbeitsgruppe, bestehend aus den Herren Caemmerer, Berlin, Cammerer München, Dr. Bröcker, Kiel, Prof. Dr. Kordina, Braunschweig und der Forschungsstelle des Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie e.V., sechs verschiedene Ziegelsorten in Mauerwerkskörpern gegen Schlagregen. Im einzelnen wurden dabei folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Bestimmung der spezifischen Saugfähigkeit: Die bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Ziegel werden flach in ein 1 cm tiefes Wasserbad eingelegt, nach 1 Minute wird die Gewichtszunahme festgestellt.
2. Bestimmung der Scherbenröndichte.
3. Bestimmung der natürlichen Wasseraufnahme und Wasserabgabe nach Sättigung.
4. Errichtung von Mauerwerkskörpern und Beregnung mit Hilfe einer Regenmaschine mit Feststellung der Durchfeuchtung hinsichtlich Zeit und Ort.

2. Versuchsmaterial

Im Auftrage des Antragstellers wurden im September 1961 sechs verschiedene Ziegelsorten in das Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Technischen Hochschule Braunschweig eingeliefert. Einen Überblick über die verschiedenen Arten und die Lieferwerke gibt die folgende Tafel 1:

T a f e l 1

siehe folgendes Blatt

Tafel 1: Versuchsmaterial

(nach Angaben des Antragstellers)

Versuchs-Nr.	Ziegelbezeichnung	Lieferwerk	Wasseraufnahme in %
1 (410)	Vormauer-Hochlochziegel A VHLZ A	Ziegelwerk Rettmer, Otto Fuhrhop Rettmer Kr.Lüneburg	17,81
5 (414)		Fa. Th. Basedow KG Lauenburg	11,32
3 (412)		Adendorfer Ziegelwerke, Karl Kuhlmann KG Adendorf/Lüneburg	8,96
2 (411)	Vormauer-Vollziegel V MZ (7 Löcher)	Ziegelwerk Rettmer Otto Fuhrhop Rettmer Kr.Lüneburg	16,17
6 (415)		Fa. Th. Basedow KG Lauenburg	11,00
4 (413)		Adendorfer Ziegelwerke, Karl Kuhlmann KG Adendorf/Lüneburg	9,19

In der letzten Spalte der vorstehenden Tafel ist die Wasseraufnahme in % der verschiedenen Ziegel eingetragen. Die angegebenen Werte stammen aus Voruntersuchungen des Antragstellers, die im April und Mai 1961 im Keramisch-Technologischen Baustofflaboratorium e.V., Staatlich anerkannte Prüfstelle, Hamburg, durchgeführt wurden. Ein entsprechender Zwischenbericht dieses Baustofflaboratoriums befindet sich bei den Akten des Instituts.

Die in Abschnitt 1 beschriebenen und gewünschten Untersuchungen wurden in der Zeit vom Mai 1962 bis Mai 1965 im Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der T.H. Braunschweig durchgeführt.

3. Versuchsergebnisse

3.1 Spezifische Saugfähigkeit

Über die Bestimmung der spezifischen Saugfähigkeit gibt es kein genormtes Verfahren. Auf Wunsch der Forschungsstelle des Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie e.V. wurde daher die spezifische Saugfähigkeit wie folgt definiert und bestimmt:

Für jede Ziegelsorte werden jeweils 15 Ziegel bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Danach werden sie flach in 1 cm tiefes Wasserband eingetaucht. Nach 1 Minute werden die Ziegel wieder herausgenommen und die Gewichtszunahme wird festgestellt. Die Gewichtszunahme in Prozent, bezogen auf das Trockengewicht, wird als spezifische Saugfähigkeit bezeichnet.

Die einzelnen Meßergebnisse für jeweils 15 Ziegel der sechs verschiedenen Ziegelsorten sind in den Anlagen 1 und 2 wiedergegeben. Die bestimmten Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der spezifischen Saugfähigkeit in Prozent aller Messungen sind in der folgenden Tafel 2 zusammengestellt.

Tafel 2

Max-, Min- u. Mittelwerte der spezifischen Saugfähigkeit in %
nach Anlage 1 u. 2

	V HLz A			V Mz		
	Vers. 1	Vers. 5	Vers. 3	Vers. 2	Vers. 6	Vers. 4
max.	4,5	6,8	3,3	3,5	3,0	2,1
Mittelw.	4,1	4,1	2,8	3,2	2,2	1,3
min.	3,1	2,5	2,2	2,9	1,2	1,0

Aus den Anlagen 1 und 2 sowie aus der vorstehenden Tafel 2 ist ersichtlich, daß die spezifische Saugfähigkeit der Vormauervollziegel kleiner ist als die der Vormauerhochlochziegel A. Die Streuung zwischen Minimal- und Maximalwert ist bei allen Meßergebnissen relativ klein. Wegen der Genauigkeit des Meßverfahrens wurde bewußt darauf verzichtet, auch die 2. Stelle nach dem Komma noch anzugeben.

3.2 Scherbenrohdichte

Die Scherbenrohdichte der sechs verschiedenen Ziegelsorten wurde in Anlehnung an DIN 105 "Mauerziegel, Vollziegel und Lochziegel, Ausgabe März 1957" und DIN 52 102 "Prüfung von Naturstein, Bestimmung der Dichte, Entwurf Dezember 1963" durchgeführt. Die Scherbenrohdichte wurde entsprechend dieser Normen wie folgt bestimmt:

G_{tr} = Trockengewicht eines Ziegels: Die Ziegel werden bei $100^{\circ}\text{C} \pm 5$ grad bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Gewichtskonstanz gilt als erreicht, wenn die Gewichtsänderung zwischen zwei Wägungen im Abstand von mindestens 24 Stunden $< 0,1\%$ des Probengewichtes ist. Vor jedem Wägen werden die Proben im Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt. Das zuletzt festgestellt Gewicht gilt als das Trockengewicht.

G_s = Gewicht eines wassergesättigten Ziegels: Die bis zur Gewichtskonstanz getrockneten und gewogenen Ziegel werden bei Atmosphärendruck 1 Std. lang bis zu ihrer halben Höhe in Flüssigkeit (luftfreigekochtes, destilliertes Wasser) von $20^{\circ}\text{C} \pm 1$ grad gelagert. Danach wurde soviel Flüssigkeit nachgefüllt, daß der Wasserspiegel $20\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ über den Proben stand. Die Proben wurden anschließend 90 Tage lang in dieser Form gelagert. Danach wird das Gewicht G_s bestimmt, wobei die Proben von äußerlich anhaftendem Wasser befreit wurden.

G_{s1} = Gewicht eines wassergesättigten Ziegels, gemessen auf einer hydrostatischen Waage (Auftriebsverfahren): Die wassergesättigten Ziegel - entsprechend dem vorstehenden Abschnitt gelagert - werden in die Flüssigkeit einer hydrostatischen Waage getaucht und in dieser Lage erneut gewogen. Die Differenz von $G_s - G_{s1}$ ergibt das Volumen eines Ziegels ohne größere Poren.

$$\gamma = \frac{G_{tr}}{G_s - G_{s1}} = \text{"Scherbenrohdichte" eines Ziegels.}$$

Auf diese Weise wurde an jeweils 15 Ziegeln jeder Ziegelsorte die "Scherbenrohdichte" bestimmt. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Anlage 3 und 4 wiedergegeben. Einen Überblick über die Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der "Scherbenrohdichte" nach Anlage 3 und 4 zeigt die folgende Tafel 3.

T a f e l 3

siehe folgendes Blatt

Tafel 3

Max-, Min- und Mittelwerte der "Scherbenrohdichte" in kg/dm^3
nach Anlage 3 u. 4

	V HLz A			V Mz		
	Vers. 1	Vers. 5	Vers. 3	Vers. 2	Vers. 6	Vers. 4
max.	1,81	1,95	1,97	1,86	1,85	2,02
Mittelw.	1,74	1,81	1,93	1,78	1,83	1,97
min.	1,71	1,77	1,87	1,71	1,81	1,93

Ein Vergleich der gefundenen Meßergebnisse mit den Anforderungen nach DIN 105 zeigt, daß es sich um Ziegel der Ziegelrohdichte von $1,80 \text{ kg/dm}^3$ (größter Einzelwert $1,90 \text{ kg/dm}^3$) handeln muß. Ein genauer Zahlenvergleich ist jedoch nicht möglich, da das Gewicht eines wassergesättigten Ziegels nicht nach 24 Stunden - wie nach DIN 52 102 verlangt - sondern nach 90 Tagen festgestellt wurde. Die gefundenen Meßwerte liegen daher z.T. geringfügig höher als die nach DIN 105 geforderten.

3.3 Wasseraufnahme - Wasserabgabe

Da die DIN 105 kein Verfahren dieser Untersuchungsart kennt, wurde in Anlehnung an DIN 4110 Beiblatt 5 a verfahren. Hiernach werden die bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Ziegel mit dem Gewicht G_{tr} bis zu etwa $1/4$ ihrer Länge aufrecht in Wasser gelagert (Beginn der Wasserlagerung). Nach Ablauf der ersten Stunde der Wasserlagerung wird das Wasserbecken bis zu $1/2$ der Ziegelhöhe und nach Ablauf der zweiten Stunde auf $3/4$ der Ziegelhöhe mit Wasser aufgefüllt. Nach 22 Stunden wurden die Ziegel völlig unter Wasser gesetzt.

Die Gewichtsbestimmungen erfolgten in der Regel nach 2 und 22 Stunden bzw. nach 2, 3, 7, 14, 21, 28, 44, 57, 63, 80, 84 und 90 Tagen. Nach 90 Tagen erreichten alle Ziegelsorten ihre maximale Wassersättigung, wobei die Gewichtsänderung innerhalb von 24 Stunden nicht mehr als $0,1 \text{ Gew.}\%$ betrug. Die Wassertemperaturen betrugen $20^\circ\text{C} \pm 2 \text{ grad}$.

Nach Erreichen der beschriebenen Wassersättigung wurden alle Ziegel in einen Klimaraum gelegt. Die Lufttemperatur betrug 20°C , die relative Luftfeuchtigkeit 65% . Die Gewichtsabnahme der Ziegel wurde verfolgt. Die Gewichtsmessungen fanden in der Regel nach 2 und 8 Stunden sowie nach 1, 2, 3, 7, 14 und 21 Tagen statt. Bei diesen Wägungen erreichten alle Ziegel innerhalb von 21 Tagen annähernd ihr Trockengewicht G_{tr} wieder zurück.

Für die Bestimmung der Wasseraufnahme und -abgabe wurden für jede Ziegelsorte 15 Ziegel untersucht. Die einzelnen Meßergebnisse sind in den Anlagen 5 - 10 wiedergegeben. Die gefundenen Mittelwerte wurden in Abhängigkeit von der Zeit in Anlage 11 graphisch aufgetragen. Aus diesen Anlagen ist ersichtlich, daß die vom Institut gefundenen Untersuchungswerte in allen Fällen geringfügig höher liegen, als die vom Antragsteller bzw. vom Keramisch-technologischen Baustofflaboratorium angegebenen Werte. Eine Übersicht über die Maximalwerte der Wasseraufnahme zeigt die folgende Tafel 4, woraus auch der Vergleich zu den vom Antragsteller angegebenen Werten ersichtlich ist.

Tafel 4

Maximalwerte der Wasseraufnahme in % bezogen auf G_{tr}

Untersuchung	V HLz A			V Mz		
	Vers.1	Vers.5	Vers.3	Vers.2	Vers.6	Vers.4
nach Tafel 1: nach Angaben des Antragstellers	17,81	11,32	8,96	16,18	11,00	9,19
nach Anlage 5-10: 90 Tage Werte nach Untersuchun- gen des Instituts	19,7	14,5	13,0	17,7	12,1	10,3

3.4 Schlagregenversuche

3.41 Versuchsaufbau - Versuchsbedingungen

Aus dem eingelieferten Versuchsmaterial errichteten im Mai 1962 Facharbeiter des Instituts entsprechend den sechs Ziegelsorten 6 Ziegelmauern. Die verwendeten Ziegel stammten also aus derselben Lieferung wie die Ziegel, die für die Untersuchungen nach Abschnitt 3.1 bis 3.3 verwendet wurden. Die im Kreuzverband gemauerten Wände besaßen Breiten von je 1,49 m und Höhen von 1,46 m entsprechend 19 Schichten. Die Fugendicke betrug bei den Lagerfugen 9 bis 15 mm, bei den Stoßfugen 8 bis 12 mm. Der Kalkzementmörtel entsprach der Mörtelgruppe II nach DIN 1053. Als Mauersand wurde gewaschener Grubensand der Firma Riemenschneider, Braunschweig, verwendet. Die Körnung 0/3 besaß etwa folgende Zusammensetzung:

0	-	0,2	~	2	Gewichts-%
0,2	-	1	~	45	"
1	-	3	~	49	"
	>	3	~	4	"

Die Fugen selbst wurden während des Mauerns ausgekratzt und anschließend sorgfältig verfugt. Auf die Gleichmäßigkeit des Kalkzementmörtels, auf den gleichmäßigen Aufbau der Versuchswände und auf das sorgfältige Verfugen wurde besonders geachtet.

Die auf diese Weise hergestellten Versuchswände standen etwa 1 Jahr lang bis zum Sommer 1963 in abgedecktem Zustand unter einer offenen Halle, so daß sie vor Feuchtigkeit und Regen geschützt waren.

Nach dieser Stand-Austrocknungszeit wurden die 6 Ziegelwände nacheinander auf einer Fläche von 46 x 46 cm einem Schlagregen ausgesetzt. Der Regen wurde durch eine Regenmaschine erzeugt, die im wesentlichen aus einem elektrisch angetriebenen Gebläse und einer Pralldüse bestand, aus der Wasser ausgesprüht wurde. Die Versuchsanordnung ist in Anlage 12 dargestellt.

Das Institut für Ziegelforschung Essen e.V. stellte in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst, Wetteramt Essen, Mülheim-Ruhr, Flughafen, als Grundlage für die Beregnungsversuche eine Reihe von ungünstigen Niederschlagsmengen und die dazugehörigen Windstärken fest. Diese Regen- und Windstärkemessungen wurden in den Jahren 1960 und 1961 durchgeführt. Die entsprechenden einzelnen Meßwerte befinden sich bei den Akten des Instituts. Aus den ermittelten Daten sind unterschiedlich hohe Niederschlagsmengen innerhalb bestimmter Zeiträume erkenntlich. Die Niederschlagsmengen betrugen im Höchstfall $0,1 \text{ l/m}^2\text{min}$ oder nur geringfügig mehr. Die dazugehörigen Windstärken betrugen 2 - 8 Beaufort. Aufgrund dieser Meßergebnisse wurde für die Durchführung der Regenversuche folgendes vereinbart:

1. Die Regenmenge sollte maximal $1 \text{ l/cm}^2\text{min}$ - möglichst weniger - betragen, so daß eine 5- bis 10-fache größere Regenmenge auf den Prüfkörper auftrifft als bei den Niederschlagsmessungen bestimmt wurde.
2. Die Windgeschwindigkeit wurde mit 5 Beaufort festgelegt. Das entspricht der mittleren Windgeschwindigkeit, wie sie bei den Windmessungen festgestellt wurde. Nach Schleicher, "Taschenbuch für Bauingenieure, Band II, Seite 838, Ausgabe 1955", entspricht diese Windgeschwindigkeit einem Wert von $12,5 \text{ m/sec}$.

Die Windgeschwindigkeit wurde in 50 cm Abstand vor dem Einblasrüssel der Regenmaschine bei nicht vorgestelltem Prüfkörper gemessen (vergl. Anlage 12). Die während der Versuche aus einer Pralldüse austretenden Wassermengen wurden ebenfalls ständig gemessen. Die ermittelten Einzel- und Mittelwerte sind in Anlage 13 wiedergegeben. Aufgrund der Beobachtungen während der Versuche kann angenommen werden, daß etwa die Hälfte der ausgeblasenen Wassermenge auf die 46 x 46 cm große Prüffläche auftrifft. Mit dieser Annahme ergibt sich die auf dem Prüfkörper auftreffende Regenmenge zu

$$Q = \frac{1}{2} \frac{\text{Wassermenge/Zeiteinheit}}{\text{berechnete Fläche}} .$$

In der letzten Spalte der Anlage 13 sind die so ermittelten Regenmengen eingetragen. Wie aus der Anlage ersichtlich ist, streuen die Werte geringfügig. Die Ursache hierfür liegt im unterschiedlichen Wasserdruck, der bei einer durchgehenden Prüfzeit von mehr als 24 Stunden nicht immer genau reguliert werden konnte. Das Gesamtmittel der errechneten Regenmenge betrug 0,65 bis 0,66 l/m²min.

Die so eingestellte Regenmenge war groß genug, um an den Prüfkörpern während der Beregnung jeweils einen kontinuierlichen Wasserfilm zu erzeugen. Die Durchmesser der einzelnen Wassertropfen betrugen etwa 0,2 bis 0,5 mm. Alle Beanspruchungsdaten sind noch einmal in der folgenden Tafel 5 zusammengefaßt.

Tafel 5

Zusammenstellung der Beanspruchungsgrößen bei den Schlagregenversuchen.

Windgeschwindigkeit (Mittelwert)	12,5 m/sec
Windstärke nach Beaufort	5 Grad
Regenmenge (Mittelwert)	0,65 bis 0,66 l/m ² min
Auftreffwinkel des Regens	~ 90°
Durchmesser der Regentropfen (Schätzung)	0,2 bis 0,5 mm

3.4.2 Durchfeuchtung der Prüfwände

1. Örtliche Verteilung: Die örtliche Verteilung der durchfeuchteten Stellen auf der Rückseite der Ziegelwände - das sind die dem Regen abgekehrten Wandflächen - ist in der Reihenfolge der Durchfeuchtung in Anlage 14 aufgezeichnet. Daraus ist ersichtlich, daß die Durchfeuchtung zuerst immer in den Stoßfugen der Kopfschichten stattfand, auf die Lagerfugen übergriff und dann in der Regel alle Steine der Kopfschichten durchfeuchtete. Die Steine der Läuferreihen wurde bis Versuchsende in keinem Fall direkt durchfeuchtet. Sie wurden lediglich dann teilweise durchfeuchtet, wenn sie durch die darüber- und darunterbefindlichen Lagerfugen beeinflusst wurden.
2. Zeitliche Verteilung: Die zeitliche Verteilung der durchfeuchteten Stellen auf der Rückseite der Prüfkörper ist in Anlage 15 dargestellt. Die dort eingetragenen Werte der durchfeuchteten Fläche (Ordinate) beziehen sich auf die in Anlage 14 bei jedem Prüfkörper eingetragene Vergleichsfläche, die willkürlich etwas größer gewählt wurde als die eigentliche Beregnungsfläche (vergl. ebenfalls Anlage 14). Die Vergleichsfläche wurde gleich 100 % gesetzt. Die in Anlage 15 eingezeichnete

neten Kurven geben daher einen Anhalt über die flächenmäßig prozentuale Durchfeuchtung der dem Regen abgekehrten Prüfkörperseite im Verhältnis zur Versuchsdauer.

a) Erste Durchfeuchtung: Die erste Durchfeuchtung aller Versuchskörper - Ausnahme V Mz mit 12,1 % Wasseraufnahme nach Abschnitt 3.3 (Versuch Nr. 6) - fand in der Regel zwischen 10^h 18' und 11^h 43' statt. Ein klarer Unterschied zwischen V HLz und V Mz ist hier nicht zu erkennen. Die erste Durchfeuchtung bei V Mz mit 12,1 % Wasseraufnahme (Versuch Nr. 6) fand bereits nach 6^h 46' statt. Dieser Anfangswert scheint kein Kriterium für die Ziegelsorte zu sein; diese Annahme wird darauf zurückgeführt, daß die Durchfeuchtung wie bei allen Prüfenden zuerst in einer Stoßfuge stattfand und die Neigung der Durchfeuchungskurve in Anlage 15 - d.h. die prozentuale Zunahme der Durchfeuchtung - nicht steiler oder flacher als bei den anderen Durchfeuchungskurven verläuft.

b) Durchfeuchtung der V HLz A-Wände: Die prozentuale Durchfeuchtung der Ziegelwände aus V HLz A ist bis zu etwa 20 Stunden gleich groß bzw. liegt im Streubereich der Prüfmethode; d.h. die Neigungen der V HLz A-Kurven in Anlage 15 sind annähernd gleich. Erst nach 20 Stunden bzw. bei 24 Stunden oder danach könnte eine Differenzierung in Abhängigkeit von der Ziegelsorte gedeutet werden. Die prozentuale Durchfeuchtung liegt nach 24 Stunden nämlich bei rd. 40, 50 und 60 % entsprechend der Wasseraufnahme der Ziegel von rd. 13,0, 14,5 und 19,7 % Wasseraufnahme nach Abschnitt 3.3. Diese Werte sind neben den ersten Durchfeuchungszeiten noch einmal in der folgenden Tafel 6 gegenübergestellt.

Tafel 6

Durchführungszeiten und prozentuale Durchfeuchtung der V HLz A-Wände nach Anlage 14 - 15

Versuch Nr.	1	5	3
max. Wasseraufnahme nach Abschn. 3.3	19,7 %	14,5 %	13,0 %
erste Durchfeuchtung:			
Ort (St.F. = Stoßfuge)	St.F.	St.F.	St.F.
Zeit: nach Std. und Min.	10.18	11.38	11.43
Prozentuale Durchfeuchtung (durchfeuchtete Fläche) der dem Regen abgekehrten Prüfkörperseite nach 24 Stunden, bezogen auf die Vergleichsfläche, vergl. Anlage 14 und 15	~ 60%	~ 50%	~ 40%

c) Durchfeuchtung der V Mz-Wände: Die prozentuale Durchfeuchtung der Ziegelwände aus V Mz ist deutlich verschieden (vergl. Anlage 14 u. 15). Die Kurven für alle drei untersuchten Ziegelarten liegen weit auseinander. Die Durchfeuchtung der V Mz-Ziegelwände mit 10,3 % Wasseraufnahme nach Abschnitt 3.3 (Versuch Nr. 4) erreichte erst nach etwa 42 Stunden einen Wert von 40 % der Vergleichsfläche (vergl. Anlage 14 und 15). Bei 24 Stunden Versuchsdauer betrug der entsprechende Wert rd. 18 %.

Die an den beiden übrigen Wänden aus V Mz - Versuch Nr. 2 und 6 - festgestellten Durchfeuchtungswerte widersprechen sich, da die Wand mit 12,1 % Wasseraufnahme der Ziegel schneller durchfeuchtete als die Wand mit 17,7 % Wasseraufnahme nach Abschnitt 3.3. Die Steigungen der Kurven für die prozentuale Durchfeuchtung bei diesen Versuchen - d.h. die zeitliche Zunahme der Durchfeuchtung - sind bei beiden Wänden allerdings etwa gleich (vergl. Anlage 15). Die Ursachen für diese festgestellten Unterschiede konnten nicht gefunden werden.

Die prozentuale Durchfeuchtung der dem Regen abgekehrten Prüfkörperseite betrug bei Versuch Nr. 2 (17,7 % Wasseraufnahme) bzw. bei Versuch Nr. 6 (12,1 % Wasseraufnahme) nach jeweils 24 Stunden rd. 37 % bzw. rd. 65 % der Vergleichsfläche (vergl. Anlage 15). Die genannten Ergebnisse sind noch einmal in der folgenden Tafel 7 zusammengestellt.

Tafel 7

Durchfeuchtungszeiten und prozentuale Durchfeuchtung der
V Mz - Wände nach Anlage 14 und 15

Versuch Nr.	2	6	4
max. Wasseraufnahme nach Abschn. 3.3	17,7	12,1	10,3
erste Durchfeuchtung:			
Ort (St.F. = Stoßfuge)	St.F.	St.F.	St.F.
Zeit: nach Std. und Min.	10,30	6,46	11,10
Prozentuale Durchfeuchtung (durchfeuchtete Fläche) der dem Regen abgekehrten Prüfkörperseite nach 24 Stunden, bezogen auf die Vergleichsfläche, vergl. Anlage 14 und 15	~ 37%	~ 65%	~ 18%

4. Zusammenfassung

Auf Antrag der Forschungsstelle des Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie e.V. und im Auftrage des Bundesministers für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung, Bad Godesberg, untersuchte das Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Technischen Hochschule Braunschweig insgesamt sechs vom Antragsteller eingelieferte verschiedene Ziegelsorten. Im einzelnen wurden untersucht:

1. Die spezifische Saugfähigkeit an jeweils 15 Ziegeln einer jeden Ziegelsorte.
2. Die Scherbenrohddichte an jeweils 15 Ziegeln einer jeden Ziegelsorte.
3. Die natürliche Wasseraufnahme und -abgabe an jeweils 15 Ziegeln einer jeden Ziegelsorte.
4. Örtliche und zeitliche Durchfeuchtung von gemauerten Ziegelmäänden aus dem eingelieferten Versuchsmaterial unter Schlagregenbeanspruchung.

Die wichtigsten Versuchsergebnisse sind in der folgenden Tafel 8 zusammengestellt.

T a f e l 8

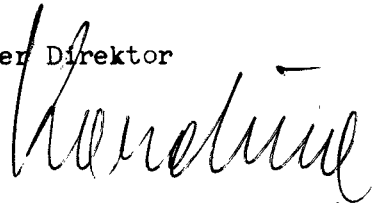
siehe folgendes Blatt

Tafel 8

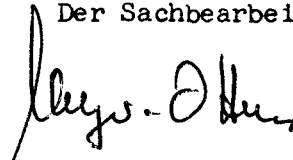
Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Ziegelsorte	V HLz A			V Mz		
Versuch Nr.	1 (410)	5 (414)	3 (412)	2 (411)	6 (415)	4 (413)
Mittelwerte der spezifischen Saugfähigkeit: Wasseraufnahme liegender Ziegel in einem Wasserbad von 1 cm Tiefe nach 1 Minute in %, bezogen auf das Ziegel-Trockengewicht G_{tr}	4,1	4,1	2,8	3,2	2,2	1,3
Mittelwerte der Scherbenrohdichte: ermittelt in Anlehnung an DIN 105 und DIN 52 102 in kg/dm^3	1,74	1,81	1,93	1,78	1,83	1,97
Maximal-Werte (90 Tage-Wasserlagerung) der Wasseraufnahme in %, bezogen auf das Ziegel-Trockengewicht G_{tr}	19,7	14,5	13,0	17,7	12,1	10,3
Beanspruchungsgrößen bei Schlagregen-Versuchen: Windgeschwindigkeit Regenmenge (Mittelwert) Auftreffwinkel	12,5 m/sec $\sim 5^\circ$ Beaufort 0,65 bis 0,66 $l/m^2 min$ 90°					
Erste Durchfeuchtung in den Stoßfugen der Kopfschichten im Kreuzverband gemauerter Wände nach Stunden und Minuten auf der dem Regen abgekehrten Seite	10 ^h 18'	11 ^h 38'	11 ^h 43'	10 ^h 30'	6 ^h 46'	11 ^h 10'
Prozentuale Durchfeuchtung (durchfeuchtete Fläche) der dem Regen abgekehrten Prüfkörperseite nach 24 Stunden, bezogen auf eine Vergleichsfläche %	~ 60	~ 50	~ 40	~ 37	~ 65	~ 18

Der Direktor


 (o.Prof. Dr.-Ing. Kordina)

Der Sachbearbeiter


 (Reg.-Rat Dipl.-Ing. Meyer-Ottens)

Braunschweig, den 23.9.1965

Anlage 1: Spezifische Saugfähigkeit V HLz A

Ziegel Nr.	Versuch Nr. 1 (410)				Versuch Nr. 5 (414)				Versuch Nr. 3 (412)			
	Gewicht in g		Wasseraufnahme		Gewicht in g		Wasseraufnahme		Gewicht in g		Wasseraufnahme	
	trocken	nach 1 Min. Wasserla- gerung	bezogen auf G _{trocken}		trocken	nach 1 Min. Wasserla- gerung	bezogen auf G _{trocken}		trocken	nach 1 Min. Wasserla- gerung	bezogen auf G _{trocken}	
			g	%			g	%			g	%
1	2307	2410	103	4,5	2476	2562	86	3,5	2579	2648	69	2,7
2	2170	2241	71	3,3	2579	2643	64	2,5	2620	2694	74	2,8
3	2214	2301	87	3,9	2572	2676	104	4,0	2632	2706	84	3,2
4	2331	2430	99	4,3	2512	2629	117	6,8	2622	2692	70	2,7
5	2258	2344	86	3,8	2495	2589	94	3,8	2556	2620	64	2,5
6	2318	2419	101	4,4	2504	2617	113	4,5	2611	2698	87	3,3
7	2325	2397	72	3,1	2501	2615	114	4,6	2595	2660	65	2,5
8	2282	2380	98	4,3	2566	2653	87	3,4	2541	2596	55	2,2
9	2336	2436	100	4,3	2495	2605	110	4,4	2544	2601	55	2,2
10	2295	2390	95	4,1	2560	2662	102	4,0	2601	2694	87	3,3
11	2322	2424	102	4,4	2642	2722	80	3,0	2564	2636	72	2,8
12	2160	2249	89	4,1	2508	2608	100	4,0	2655	2744	89	3,3
13	2316	2408	92	4,0	2578	2713	135	5,2	2532	2595	63	2,7
14	2252	2350	98	4,4	2514	2615	101	4,0	2617	2685	68	2,6
15	2172	2268	96	4,4	2598	2706	108	4,2	2680	2754	74	2,8
Mittel- wert				4,1				4,1				2,8

Anlage 2: Spezifische Saugfähigkeit V Mz

Ziegel Nr.	Versuch Nr. 2 (411)				Versuch Nr. 6 (415)				Versuch Nr. 4 (413)			
	Gewicht in g		Wasseraufnahme		Gewicht in g		Wasseraufnahme		Gewicht in g		Wasseraufnahme	
	trocken	nach 1 Min. Wasserla- gerung	bezogen auf G _{trocken} g %		trocken	nach 1 Min. Wasserla- gerung	bezogen auf G _{trocken} g %		trocken	nach 1 Min. Wasserla- gerung	bezogen auf G _{trocken} g %	
1	2973	3061	88	3,0	3235	3323	88	2,7	2784	2842	58	2,1
2	2828	2927	99	3,5	3123	3211	88	2,8	2833	2865	32	1,1
3	2823	3909	86	3,0	3260	3359	99	3,0	2828	2873	45	1,6
4	2926	3013	89	3,0	3192	3261	69	2,2	2879	2919	40	1,4
5	2948	3034	86	2,9	3113	3189	76	2,4	2769	2796	27	1,0
6	2955	3049	94	3,2	3244	3284	40	1,2	2798	2834	36	1,3
7	2902	3001	89	3,1	3035	2079	44	1,5	2804	2846	42	1,5
8	3015	3108	93	3,1	3242	3337	95	2,9	2822	2855	33	1,2
9	2867	2956	89	3,1	3147	3199	52	1,7	2843	2880	37	1,3
10	2974	2079	105	3,5	3141	3179	38	1,2	2817	2868	51	1,8
11	2947	3050	103	3,5	3304	3374	70	2,1	2800	2838	38	1,4
12	2919	3010	91	3,1	3201	3273	70	2,2	2809	2845	36	1,3
13	2895	2990	95	3,3	3110	3168	58	1,9	2808	2842	34	1,2
14	2912	3006	94	3,2	3190	3264	74	2,3	2802	2831	29	1,0
15	2924	3018	94	3,2	3152	3223	71	2,3	2753	2781	28	1,0
Mittel- wert				3,2				2,2				1,3

Anlage 3: "Scherbenrohdichte" V HLz A

Ziegel Nr.	Versuch Nr. 1 (410)					Versuch Nr. 5 (414)					Versuch Nr. 3 (412)				
	G _{tr}	G _s nach 90 Tagen	G _{sl}	V _{Sch}	γ _{Sch}	G _{tr}	G _s nach 90 Tagen	G _{sl}	V _{Sch}	γ _{Sch}	G _{tr}	G _s nach 90 Tagen	G _{sl}	V _{Sch}	γ _{Sch}
	g	g	g	cm ³	kg/dm ³	g	g	g	cm ³	kg/dm ³	g	g	g	cm ³	kg/dm ³
1	2370	2762	1434	1328	1,74	2476	2845	1477	1368	1,81	2579	2932	1578	1354	1,90
2	2170	2560	1335	1225	1,77	2579	2944	1522	1422	1,81	2620	2976	1598	1378	1,90
3	2214	2665	1372	1293	1,71	2572	2945	1525	1320	1,95	2632	2982	1612	1370	1,92
4	2331	2815	1455	1360	1,71	2512	2877	1472	1405	1,79	2622	2980	1608	1372	1,91
5	2258	2704	1401	1303	1,73	2495	2871	1488	1383	1,80	2556	2851	1555	1296	1,97
6	2318	2798	1441	1357	1,71	2504	2889	1486	1403	1,79	2611	2951	1596	1355	1,93
7	2325	2776	1439	1337	1,74	2501	2869	1475	1394	1,80	2595	2923	1583	1340	1,94
8	2282	2729	1412	1317	1,73	2566	2910	1509	1401	1,84	2541	2840	1550	1290	1,97
9	2336	2800	1453	1347	1,74	2495	2876	1465	1411	1,77	2544	2892	1557	1335	1,91
10	2295	2774	1432	1342	1,71	2560	2938	1517	1421	1,80	2607	2955	1595	1360	1,92
11	2322	2785	1448	1337	1,74	2642	2999	1558	1441	1,83	2564	2910	1571	1339	1,92
12	2160	2573	1333	1240	1,74	2508	2880	1491	1389	1,81	2532	2851	1547	1304	1,94
13	2316	2770	1441	1329	1,74	2578	2964	1508	1456	1,77	2532	2851	1547	1304	1,94
14	2252	2714	1409	1305	1,73	2514	2881	1499	1382	1,82	2617	2947	1598	1349	1,94
15	2172	2527	1327	1200	1,81	2598	2974	1503	1471	1,77	2680	3015	1636	1379	1,95
Mittel- wert					1,74					1,81					1,93

Anlage 4: "Scherbenrohdichte" V Mz

Ziegel Nr.	Versuch Nr. 2 (411)					Versuch Nr. 6 (415)					Versuch Nr. 4 (413)				
	G _{tr}	G _s nach 90 Tagen	G _{sl}	V _{Sch}	γ _{Sch}	G _{tr}	G _s nach 90 Tagen	G _{sl}	V _{Sch}	γ _{Sch}	G _{tr}	G _s nach 90 Tagen	G _{sl}	V _{Sch}	γ _{Sch}
	g	g	g	cm ³	kg/dm ³	g	g	g	cm ³	kg/dm ³	g	g	g	cm ³	kg/dm ³
1	2973	3459	1819	1640	1,81	3235	3627	1868	1759	1,84	2784	3133	1689	1444	1,93
2	2828	3379	1748	1631	1,73	3123	3521	1808	1713	1,82	2833	3138	1690	1448	1,96
3	2823	3402	1741	1661	1,70	3260	3660	1880	1780	1,83	2828	3119	1684	1435	1,97
4	2926	3431	1794	1637	1,79	3192	3566	1833	1733	1,84	2879	3214	1726	1488	1,94
5	2948	3444	1800	1644	1,80	3113	3491	1791	1700	1,83	2769	3004	1625	1379	2,01
6	2955	3430	1804	1626	1,82	3244	3623	1858	1765	1,84	2798	3089	1669	1420	1,97
7	2902	3431	1792	1639	1,77	3035	3386	1740	1646	1,84	2804	3100	1668	1432	1,96
8	3015	3517	1849	1668	1,81	3242	3685	1886	1799	1,81	2822	3097	1670	1427	1,98
9	2867	3440	1765	1675	1,71	3147	3518	1808	1710	1,84	2843	3146	1691	1455	1,95
10	2974	3501	1832	1669	1,78	3141	3537	1815	1722	1,83	2817	3119	1680	1439	1,96
11	2947	3471	1806	1665	1,77	3304	3693	1895	1798	1,84	2800	3092	1669	1423	1,97
12	2919	3457	1798	1659	1,76	3201	3574	1837	1737	1,84	2809	3120	1672	1448	1,94
13	2895	3312	1754	1558	1,86	3110	3470	1787	1683	1,85	2808	3104	1669	1435	1,96
14	2912	3384	1774	1610	1,81	3190	3577	1831	1746	1,83	2802	3053	1657	1396	2,01
15	2924	3470	1798	1672	1,75	3152	3519	1808	1711	1,84	2753	2984	1618	1366	2,02
Mittel- wert					1,78					1,83					1,97

Anlage 5: Wasseraufnahme und -abgabe V HLz A Versuch Nr. 1 (410)

Ziegel Nr.	Wasseraufnahme													Wassergehalt bei Austrocknung								
	in %, bezogen auf das Trockengewicht G_{tr} nach:																					
	Stunden		Tagen												Stunden		Tagen					
	2	22	2	3	7	14	21	28	44	57	63	80	84	90	2	8	1	2	3	7	14	21
1	12,8 17,4	17,7 18,1 18,6 19,0 19,2 19,4 19,7 19,7 19,8 19,8 19,8 19,8	19,4 19,1	17,9 15,8 14,0 8,1 3,5 0,0																		
2	12,2 14,5	14,8 15,2 15,8 16,4 17,0 17,4 17,7 17,8 17,9 17,9 17,9 17,9	17,7 17,4	16,1 14,5 12,8 5,9 2,7 0,0																		
3	14,4 18,0	18,4 18,8 19,8 19,6 19,0 20,7 20,4 20,4 20,4 20,5 20,5 20,5	20,1 19,9	18,6 16,8 15,1 7,6 3,8 0,0																		
4	14,6 17,9	18,3 18,8 19,3 19,8 20,1 20,3 20,6 20,8 20,8 20,9 20,9 20,9	20,5 20,2	18,9 17,7 16,1 9,2 4,8 0,5																		
5	13,9 17,4	17,8 18,3 18,9 19,1 19,3 19,8 19,9 19,9 19,9 19,9 19,9 19,9	19,4 19,1	18,2 17,1 15,9 9,1 4,3 0,0																		
6	14,6 17,6	17,2 18,6 19,1 19,7 19,8 20,2 20,7 20,7 20,7 20,8 20,8 20,8	20,4 20,0	19,2 17,8 16,4 10,0 5,3 0,0																		
7	12,1 17,3	17,5 17,9 18,3 18,8 18,9 19,3 19,3 19,3 19,3 19,5 19,5 19,5	19,0 18,7	17,8 16,5 15,3 8,8 4,4 0,2																		
8	14,3 17,5	17,9 18,1 18,6 18,9 19,3 19,6 19,7 19,7 19,7 19,7 19,7 19,7	19,4 19,0	18,0 17,0 15,8 8,8 3,8 0,0																		
9	14,1 17,6	17,7 18,3 18,8 19,1 19,3 19,5 19,8 19,8 19,8 20,1 20,1 20,1	19,5 19,2	18,1 16,8 15,4 8,7 4,6 0,0																		
10	14,6 18,1	18,3 18,8 19,6 19,9 20,1 20,4 20,7 20,7 20,7 20,8 20,8 20,8	20,6 20,3	19,4 17,6 16,2 9,1 4,8 0,2																		
11	13,5 17,4	17,8 18,3 18,9 19,1 19,2 19,5 19,7 19,8 19,9 20,0 20,2 20,2	19,8 19,3	18,5 16,7 15,1 7,8 4,0 0,2																		
12	12,7 15,6	15,8 16,5 17,2 17,7 18,0 18,3 18,9 18,9 18,9 19,1 19,1 19,1	18,9 18,5	17,6 16,1 14,6 8,5 4,2 0,5																		
13	13,7 17,4	17,6 18,0 18,6 18,9 19,0 19,2 19,5 19,6 19,6 19,6 19,6 19,6	19,2 18,9	17,8 15,7 14,2 7,1 3,4 0,0																		
14	15,1 18,1	18,4 18,9 19,6 19,7 20,0 20,3 20,5 20,5 20,5 20,5 20,5 20,5	20,2 19,8	18,5 17,2 14,9 8,0 3,9 0,0																		
15	9,8 12,5	12,8 13,2 13,9 14,4 15,1 15,4 15,7 15,8 16,2 16,3 16,4 16,4	16,1 15,7	14,4 12,4 10,5 4,3 1,3 0,0																		
Mittelwert	13,5 17,0	17,2 17,7 18,3 18,7 18,9 19,3 19,5 19,6 19,6 19,7 19,7 19,7	19,4 19,0	17,9 16,3 14,8 8,1 3,9 0,1																		

Anlage 6: Wasseraufnahme und -abgabe V HLz A Versuch Nr. 5 (414)

Ziegel Nr.	Wasseraufnahme														Wassergehalt bei Austrocknung							
	in %, bezogen auf das Trockengewicht G_{tr} nach:																					
	Stunden		Tagen												Stunden		Tagen					
	2	22	2	3	7	14	21	37	50	57	73	77	84	90	2	8	1	2	3	7	-	-
1	7,6	10,9	11,0	11,8	12,0	12,6	12,9	13,8	14,1	14,2	14,7	14,7	-	14,9	14,8	13,7	9,5	3,5	1,0	0,0	-	-
2	6,9	10,3	10,6	11,1	11,7	12,1	12,7	13,1	13,4	13,7	14,0	14,1	-	14,1	14,0	13,1	9,2	4,6	1,8	0,0	-	-
3	7,2	10,5	11,0	11,3	11,9	12,3	12,8	13,4	13,7	14,0	14,3	14,4	-	14,4	11,3	9,9	6,5	1,5	0,5	0,0	-	-
4	8,0	10,4	10,8	10,9	11,6	12,5	12,6	13,5	13,6	13,8	14,3	14,4	-	14,5	14,0	13,4	8,3	2,6	0,4	0,0	-	-
5	8,1	11,0	11,1	11,7	12,2	12,7	13,3	13,9	14,2	14,4	14,8	14,8	-	14,8	14,1	13,7	10,2	4,9	1,5	0,0	-	-
6	8,9	11,2	11,8	12,0	12,3	13,0	13,2	14,1	14,5	14,8	15,2	15,3	-	15,3	14,8	14,3	10,9	6,7	2,5	0,0	-	-
7	8,0	10,6	10,9	11,4	11,7	12,3	12,6	13,4	13,8	14,2	14,5	14,8	-	14,8	14,0	13,9	10,8	6,1	2,2	0,0	-	-
8	6,9	9,3	9,5	10,3	10,4	11,2	11,7	12,2	12,6	12,7	13,1	13,3	-	13,3	14,0	12,7	9,3	4,7	2,2	0,0	-	-
9	8,4	10,8	11,1	11,5	12,0	12,8	13,3	13,9	14,2	14,5	14,9	15,0	-	15,0	15,0	14,6	11,2	6,5	2,3	0,0	-	-
10	8,5	10,6	10,7	11,3	11,4	12,2	12,5	13,5	13,9	14,1	14,5	14,7	-	14,7	14,1	13,9	9,4	7,3	2,7	0,0	-	-
11	7,9	10,2	10,3	10,5	11,0	11,5	12,0	12,3	12,7	13,1	13,4	13,4	-	13,5	13,0	12,8	10,5	6,0	2,4	0,0	-	-
12	8,6	10,9	11,2	11,5	11,9	12,5	12,6	13,5	14,0	14,2	14,6	14,7	-	14,7	14,1	13,9	11,4	7,0	2,7	0,0	-	-
13	8,3	10,6	10,7	11,4	11,7	12,4	12,7	13,5	14,2	14,3	14,7	14,9	-	14,9	14,2	14,0	11,8	7,4	2,9	0,0	-	-
14	8,3	10,7	11,1	11,4	12,0	12,5	13,0	13,5	13,8	14,0	14,4	14,5	-	14,6	14,3	14,0	11,7	7,7	3,7	0,0	-	-
15	8,3	10,5	10,9	11,2	11,7	12,2	12,8	13,2	13,7	13,9	14,3	14,4	-	14,4	13,9	13,7	11,3	7,3	3,1	0,0	-	-
Mittelwert	8,0	10,6	10,9	11,3	11,6	12,3	12,7	13,4	13,8	14,0	14,4	14,5	-	14,5	14,0	13,4	10,1	5,6	2,1	0,0	-	-

Anlage 7: Wasseraufnahme und -abgabe V HLz A Versuch Nr. 3 (412)

Ziegel Nr.	Wasseraufnahme														Wassergehalt bei Austrocknung							
	in %, bezogen auf das Trockengewicht G_{tr} nach:																					
	Stunden		Tagen												Stunden		Tagen					
	2	22	2	3	7	14	21	28	44	57	63	80	84	90	2	8	1	2	3	7	14	-
1	6,6	9,4	9,8	10,7	10,9	11,6	11,8	12,2	13,0	13,1	13,4	13,6	13,7	13,7	13,6	12,0	10,2	7,5	5,0	0,1	0,0	-
2	7,3	9,8	10,1	10,6	10,8	11,4	11,7	12,2	13,1	13,1	13,4	13,5	13,6	13,6	13,5	12,5	11,1	9,2	7,5	0,2	0,0	-
3	7,5	9,5	9,8	10,1	10,7	11,5	11,5	11,8	12,4	12,8	12,9	13,2	13,3	13,3	13,2	12,5	10,7	7,8	5,7	0,3	0,0	-
4	7,6	10,0	10,5	10,6	11,1	11,5	11,8	12,3	12,9	13,2	13,3	13,5	13,5	13,6	13,6	12,4	10,3	7,4	5,4	0,1	0,0	-
5	6,7	8,2	9,0	9,4	9,7	9,7	9,7	10,1	10,7	11,0	11,2	11,5	11,6	11,6	11,5	11,2	11,1	8,8	6,4	0,5	0,0	-
6	8,1	8,4	9,8	10,0	10,3	10,8	11,3	11,6	12,2	12,5	12,8	12,9	12,9	12,9	12,9	14,8	9,9	7,3	4,8	0,0	0,0	-
7	6,8	9,0	9,3	9,6	10,2	10,6	10,8	11,3	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6	12,6	12,4	11,3	9,1	6,3	3,4	0,0	0,0	-
8	5,6	8,2	8,4	8,7	9,3	9,8	9,9	10,4	11,0	11,6	11,5	11,7	11,8	11,8	11,8	10,6	8,5	5,0	2,3	0,0	0,0	-
9	7,1	8,8	10,1	10,1	11,0	11,0	11,7	12,4	12,8	13,0	12,7	13,1	13,8	13,8	13,7	12,5	10,6	8,1	5,2	0,8	0,0	-
10	7,9	9,9	10,2	10,4	10,8	11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13,0	13,3	13,3	13,3	11,7	12,1	10,1	8,4	6,1	0,2	0,0	-
11	6,9	9,8	10,0	10,6	11,1	11,5	11,9	12,3	12,9	13,1	13,3	13,4	13,5	13,5	13,4	12,7	10,8	8,3	6,2	0,2	0,0	-
12	7,7	9,4	9,7	10,2	10,5	11,1	11,4	11,7	12,4	12,7	12,9	13,0	13,1	13,2	13,1	12,2	10,4	7,7	5,6	0,1	0,0	-
13	7,8	9,0	9,2	9,6	10,1	10,5	10,9	11,2	11,9	12,1	12,2	12,5	12,5	13,6	12,4	11,5	9,8	7,5	5,1	0,1	0,0	-
14	7,2	9,1	9,3	9,7	10,2	10,5	10,9	11,2	11,8	12,2	12,3	12,5	12,7	12,6	12,5	11,4	9,7	7,4	4,8	0,1	0,0	-
15	7,4	9,1	8,9	9,6	10,1	10,5	10,8	11,2	11,8	12,0	12,2	12,4	12,5	12,5	12,3	11,4	9,3	6,3	3,7	0,0	0,0	-
Mittelwert	7,2	9,2	9,6	10,0	10,4	10,9	11,2	11,6	12,2	12,5	12,6	12,8	13,0	13,0	12,8	12,1	10,2	7,5	5,1	0,2	0,0	-

Anlage 8: Wasseraufnahme und -abgabe V Mz Versuch Nr. 2 (411)

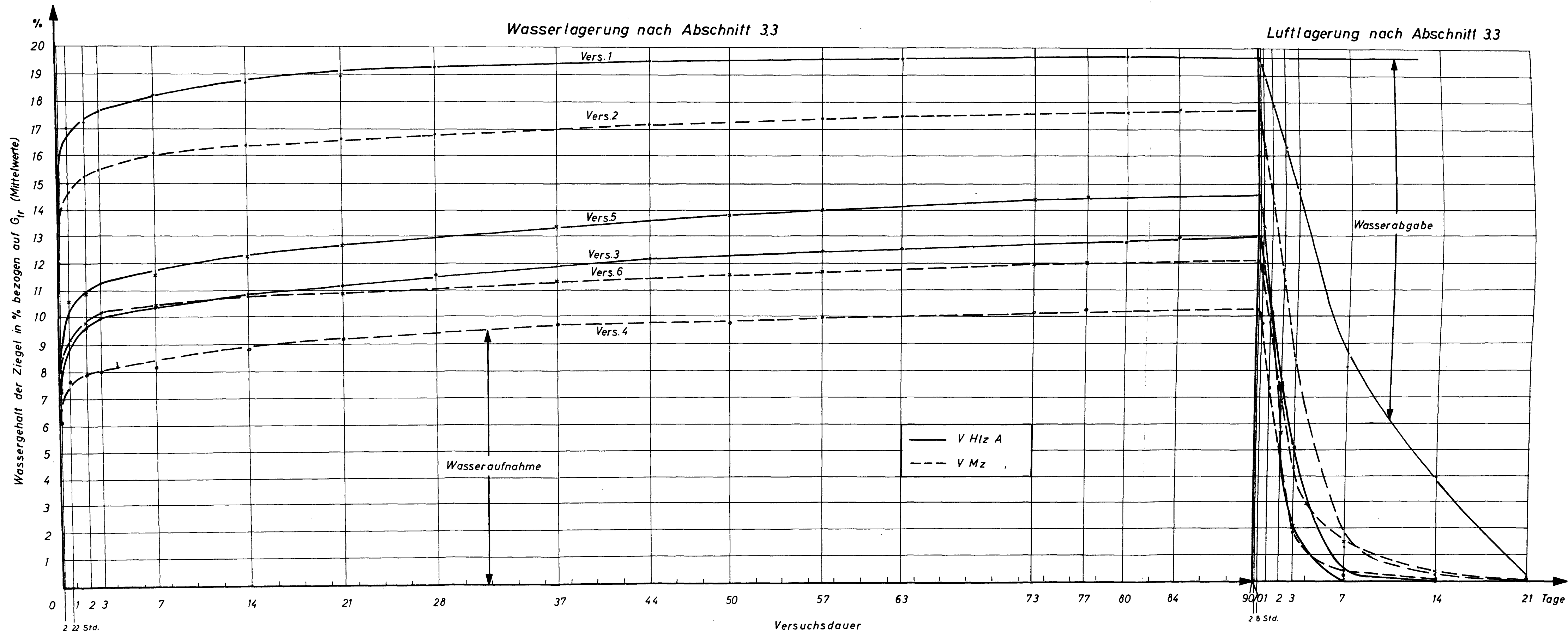
Ziegel Nr.	Wasseraufnahme													Wassergehalt bei Austrocknung								
	in %, bezogen auf das Trockengewicht G_{tr} nach:																					
	Stunden		Tagen												Stunden		Tagen					
	2	22	2	3	7	14	21	28	44	57	63	80	84	90	2	8	1	2	3	7	14	21
1	12,6	13,7	13,8	14,2	14,7	15,1	15,3	15,4	15,8	16,2	16,3	16,4	16,4	16,4	16,1	15,2	13,2	10,4	7,5	0,8	0,1	0,0
2	15,4	13,2	17,4	17,6	18,2	18,5	18,8	18,9	19,2	19,2	19,2	19,5	19,5	19,5	19,1	18,1	16,3	13,6	10,4	1,8	0,2	0,0
3	16,0	17,6	17,7	18,1	18,6	19,0	19,3	19,4	20,1	20,3	20,4	20,5	20,5	20,5	20,1	19,3	17,3	14,7	11,8	2,4	0,0	0,0
4	11,7	14,5	14,6	14,8	15,4	15,7	16,1	16,4	16,6	17,1	17,1	17,2	17,2	17,2	17,0	16,2	14,3	11,8	9,2	2,2	0,0	0,0
5	12,9	14,0	14,0	14,4	15,1	15,3	15,5	15,9	16,3	16,7	16,7	16,8	16,8	16,8	16,7	16,0	13,9	11,1	8,8	1,7	0,0	0,0
6	12,5	13,4	13,6	14,0	14,6	14,8	15,1	15,4	15,7	15,9	16,0	16,1	16,2	16,2	15,7	15,0	13,1	10,4	7,8	0,8	0,4	0,0
7	14,3	15,7	15,8	16,0	16,8	16,9	17,0	17,5	17,8	18,0	18,0	18,1	18,2	18,2	18,0	17,1	14,8	12,1	9,1	1,7	0,0	0,0
8	12,7	14,4	14,5	14,6	15,3	15,6	15,8	16,0	16,3	16,5	16,5	16,7	16,7	16,7	16,4	15,1	13,2	10,1	6,9	0,7	0,3	0,0
9	15,5	17,0	17,2	17,6	18,2	18,5	18,8	19,1	19,5	19,1	19,8	20,0	20,0	20,0	18,9	18,6	17,4	12,6	9,3	0,9	0,4	0,0
10	14,4	15,1	15,5	15,7	16,4	16,7	16,8	17,2	17,4	17,8	17,8	17,9	17,9	17,7	17,4	16,5	14,2	10,9	7,9	1,0	0,2	0,0
11	14,0	15,2	15,4	15,6	16,3	16,5	17,0	17,2	17,4	17,5	17,5	17,8	17,8	17,8	17,4	16,4	14,3	11,0	7,8	1,0	0,5	0,0
12	13,7	16,3	16,4	16,7	17,1	17,3	17,5	17,8	18,1	18,3	18,4	18,5	18,5	18,5	18,1	17,1	15,1	11,9	8,9	0,8	0,4	0,0
13	9,8	11,4	11,7	12,0	12,7	13,0	13,1	13,4	13,8	14,0	14,1	14,4	14,4	14,4	14,2	13,3	11,2	8,5	5,9	0,8	0,1	0,0
14	12,9	13,4	13,4	14,0	14,4	14,7	15,1	15,4	15,7	16,0	16,1	16,2	16,2	16,2	15,9	15,0	12,8	9,7	6,8	0,6	0,3	0,0
15	13,5	16,0	16,3	16,5	17,3	17,5	17,8	18,1	18,4	18,5	18,6	18,7	18,7	18,7	18,2	17,3	14,8	11,6	8,4	0,9	0,3	0,0
Mittel- wert	13,5	15,0	15,2	15,5	16,1	16,4	16,6	16,8	17,2	17,4	17,5	17,6	17,7	17,7	17,2	16,4	14,3	11,4	8,4	1,2	0,2	0

Anlage 9: Wasseraufnahme und -abgabe VMz Versuch Nr. 6 (415)

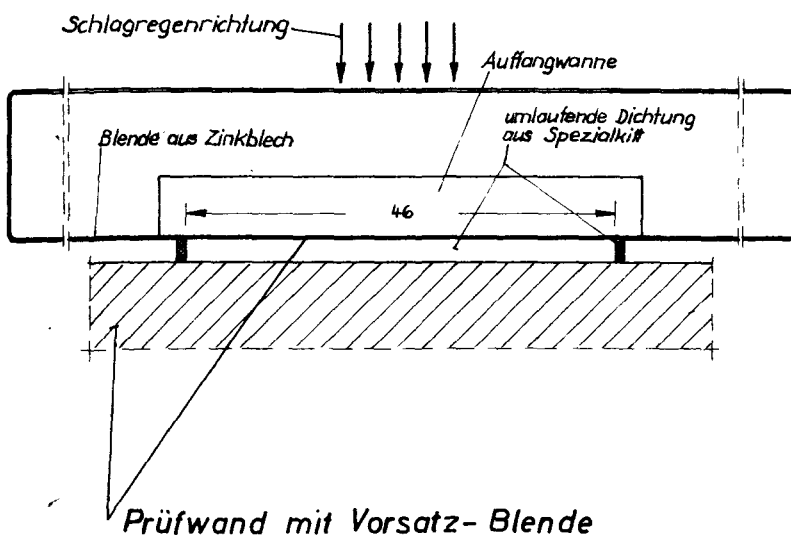
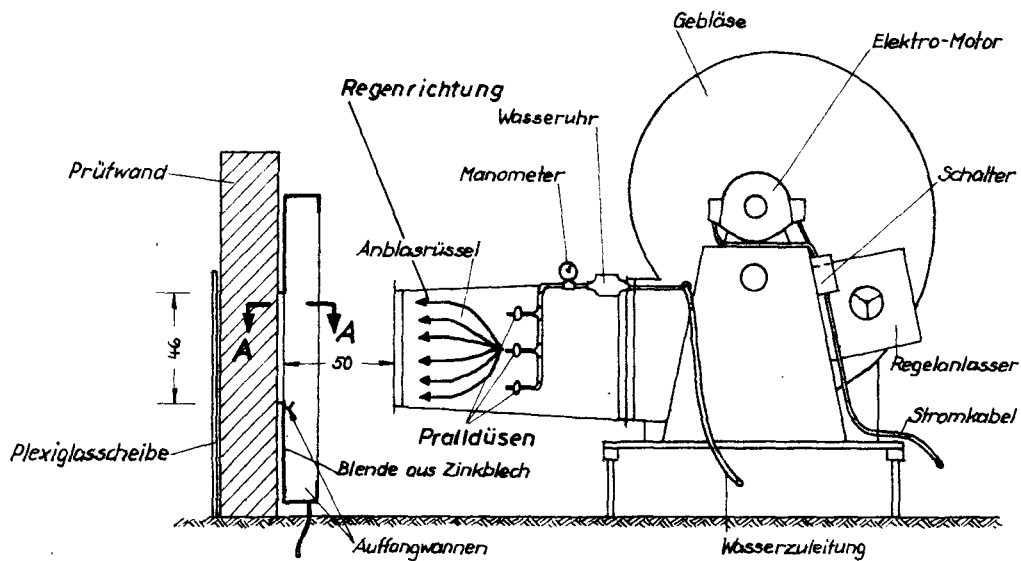
Ziegel Nr.	Wasseraufnahme														Wassergehalt bei Austrocknung							
	in %, bezogen auf das Trockengewicht G_{tr} nach:																					
	Stunden		Tagen												Stunden		Tagen					
	2	22	2	3	7	14	21	37	50	57	73	77	84	90	2	8	1	2	3	7	14	21
1	8,1	9,7	9,8	10,2	10,4	10,7	10,8	11,4	11,7	11,7	12,0	12,1	-	12,2	12,2	12,0	10,3	7,3	4,2	1,1	0,0	0,0
2	8,1	9,9	10,0	10,5	10,9	11,2	11,3	12,0	12,3	12,3	12,6	12,7	-	12,7	12,7	12,5	10,9	8,0	4,8	1,1	0,0	0,0
3	8,7	9,8	9,9	10,1	10,7	10,9	10,9	11,5	11,8	11,9	12,1	12,2	-	12,2	12,0	11,5	10,7	7,3	4,4	1,0	0,0	0,0
4	7,0	9,5	9,7	9,8	10,1	10,6	10,6	11,2	11,4	11,4	11,6	11,7	-	11,7	11,7	11,5	9,7	6,7	4,4	1,8	0,6	0,0
5	7,7	9,7	9,8	10,1	10,4	10,7	10,9	11,4	11,8	11,8	12,0	12,0	-	12,1	12,1	12,0	10,5	7,6	4,7	1,5	0,3	0,0
6	6,5	9,3	9,7	9,8	10,1	10,4	10,6	11,2	11,7	11,7	11,6	11,7	-	11,7	11,5	11,3	9,9	7,4	4,9	2,0	0,7	0,0
7	6,2	9,4	9,7	9,8	10,3	10,4	10,4	11,2	11,1	11,4	11,7	11,7	-	11,7	11,5	11,0	9,4	6,5	4,5	2,3	1,0	0,0
8	9,5	11,2	11,3	11,5	12,0	12,7	12,7	13,0	13,2	13,4	13,5	13,7	-	13,7	13,7	13,2	11,3	7,7	4,3	0,2	0,6	0,0
9	6,5	9,5	9,6	10,0	10,2	10,5	10,6	11,1	11,3	11,5	11,6	11,7	-	11,8	11,8	11,5	9,6	6,3	4,5	2,5	1,2	0,0
10	6,8	10,0	10,4	10,6	11,1	11,3	11,4	12,0	12,2	12,2	12,6	12,6	-	12,6	12,6	12,3	10,4	7,3	4,8	1,6	0,4	0,0
11	7,6	9,5	9,6	9,8	10,1	10,5	10,5	11,1	11,3	11,4	11,6	11,8	-	11,8	11,8	11,5	9,6	6,5	4,1	1,6	0,3	0,0
12	7,1	9,4	9,5	9,7	10,0	10,4	10,5	11,0	11,3	11,3	11,6	11,6	-	11,6	11,6	11,3	9,5	6,2	4,1	1,5	0,3	0,0
13	6,5	9,7	9,7	9,8	10,2	10,4	10,5	11,0	11,1	11,4	11,5	11,5	-	11,5	11,5	11,3	9,0	5,8	3,9	1,7	0,4	0,0
14	7,0	9,7	9,8	10,1	10,6	10,7	10,8	11,4	11,6	11,7	12,0	12,1	-	12,1	12,0	11,8	9,7	6,6	3,7	1,2	0,1	0,0
15	6,7	9,3	9,5	10,9	10,1	10,3	10,4	11,1	11,2	11,3	11,6	11,6	-	11,6	11,5	11,3	8,5	4,5	2,8	1,2	0,2	0,0
Mittelwert	7,3	9,7	9,8	10,2	10,5	10,9	10,9	11,4	11,6	11,7	12,0	12,1	-	12,1	12,0	11,7	9,9	6,9	4,3	1,5	0,4	0

Anlage 10: Wasseraufnahme und -abgabe V Mz Versuch Nr. 4 (413)

Ziegel Nr.	Wasseraufnahme													Wassergehalt bei Austrocknung								
	in %, bezogen auf das Trockengewicht G_{tr} nach:																					
	Stunden		Tagen												Stunden		Tagen					
	2	22	2	3	7	14	21	37	50	57	73	77	84	90	2	8	1	2	3	7	14	21
1	7,6	8,9	9,1	9,2	9,6	10,6	10,7	11,4	11,9	12,1	12,4	12,5	-	12,5	12,5	11,9	8,9	-	1,6	0,3	0,1	0,0
2	6,6	8,1	8,2	8,5	8,6	9,3	9,8	10,2	10,3	10,5	10,6	10,7	-	10,7	10,7	10,0	7,4	-	1,7	0,3	0,0	0,0
3	5,8	7,4	7,5	7,8	8,1	8,6	9,0	9,5	9,8	10,3	10,2	10,2	-	10,3	10,3	9,8	7,1	-	1,8	0,7	0,1	0,0
4	6,9	8,8	8,9	9,3	9,6	10,1	10,5	11,0	11,2	11,3	11,5	11,5	-	11,6	11,6	11,0	8,4	-	2,1	0,3	0,0	0,0
5	4,6	6,0	6,3	6,5	6,6	7,3	7,5	8,0	8,0	8,2	8,4	8,5	-	8,5	8,5	7,8	5,2	-	1,8	0,8	0,3	0,0
6	6,0	7,5	7,6	8,0	8,2	8,8	9,1	9,7	9,8	10,1	10,2	10,3	-	10,4	10,4	9,8	7,2	-	1,8	0,5	0,1	0,0
7	6,3	7,8	7,8	8,2	8,5	9,1	9,4	10,0	10,0	10,2	10,5	10,6	-	10,6	10,2	9,9	7,1	-	1,6	0,3	0,0	0,0
8	5,8	7,0	7,1	7,4	7,8	8,3	8,6	9,1	9,3	9,4	9,7	9,8	-	9,8	9,7	9,1	6,5	-	1,4	0,3	0,0	0,0
9	6,4	8,0	8,2	8,6	8,8	9,1	9,7	10,0	10,1	10,4	10,6	10,7	-	10,7	10,6	10,2	7,8	-	2,0	0,4	0,0	0,0
10	6,8	7,8	7,9	8,3	8,3	9,1	9,5	10,0	10,1	10,3	10,5	10,7	-	10,7	10,5	10,3	8,0	-	2,0	0,4	0,1	0,0
11	6,3	7,8	7,9	8,1	8,6	9,0	9,3	9,7	10,0	10,1	10,3	10,4	-	10,4	10,4	10,0	7,7	-	2,2	0,5	0,0	0,0
12	6,7	8,2	8,5	8,7	8,8	9,5	10,0	10,3	10,6	10,8	11,0	11,0	-	11,0	10,9	10,6	8,6	-	2,2	0,5	0,1	0,0
13	6,3	7,8	8,0	8,2	8,6	9,1	9,5	9,8	10,0	10,2	10,3	10,4	-	10,4	9,3	10,1	7,7	-	2,1	0,5	0,1	0,0
14	4,9	6,5	6,7	7,0	7,1	7,7	7,9	8,3	8,5	8,6	8,8	9,0	-	9,0	8,9	8,4	6,3	-	1,9	0,7	0,2	0,0
15	4,7	6,0	6,1	6,5	6,7	7,0	7,5	7,8	8,0	8,2	8,3	8,4	-	8,4	8,2	7,9	5,6	-	1,8	0,8	0,2	0,0
Mittelwert	6,1	7,6	7,9	8,0	8,2	8,8	9,2	9,7	9,8	10,0	10,2	10,3	-	10,3	10,2	9,8	7,3	-	1,9	0,4	0,1	0



Schlag - Regen-Maschine



Schnitt
A - A
M. 1:5

Maße in cm

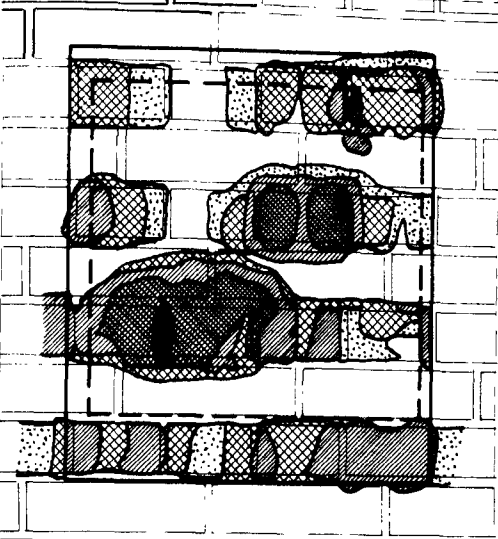
Versuchsaufbau

Wassermengen bei den Regenversuchen

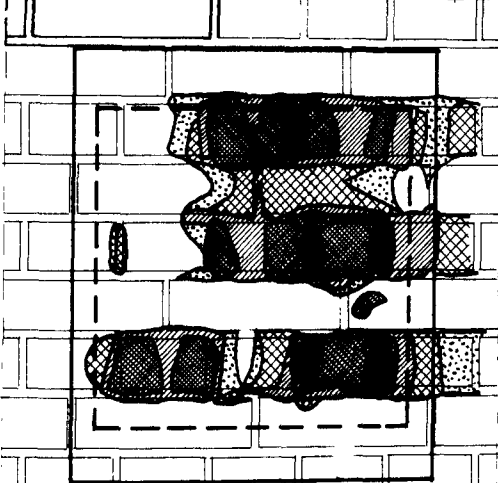
Ziegelart	Versuch Nr.	ausgesprühte Wassermenge		errechnete Regenmenge auf der Prüffläche nach der Gleichung $Q = \frac{1}{2} \cdot \frac{\text{Liter/min}}{0,46 \cdot 0,46}$
		Einzelwerte	Mittelwerte	
		l/min		l/min m ²
V HLz A	1	0,276 0,279 0,274	0,276	0,65
	5	0,263 0,267 0,268 0,263	0,265	0,63
	3	0,249 0,263 0,261 0,253	0,256	0,60
V Mz	2	0,300 0,297 0,302	0,300	0,71
	6	0,306	(0,306)	0,72
	4	0,266 0,267 0,265 0,264 0,267	0,266	0,64
Gesamt-Mittelwert		0,278		0,65 bis 0,66

V HLz A

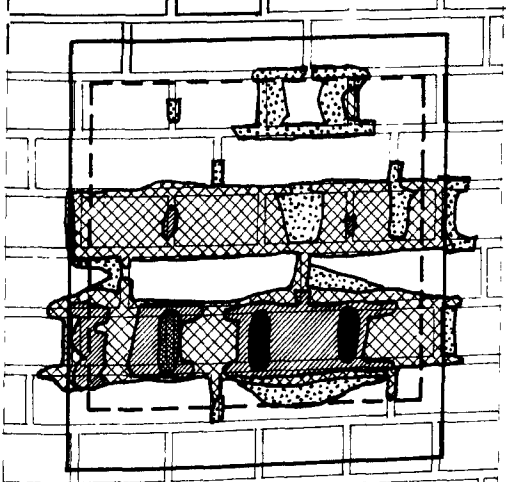
Vers. Nr. 1: 197% WA



Vers. Nr. 5: 145% WA

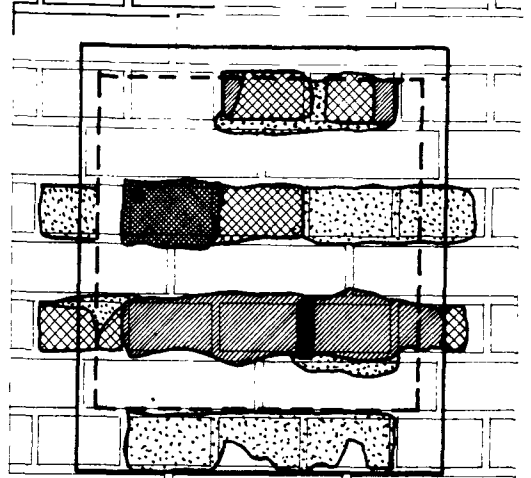


Vers. Nr. 3: 130% WA

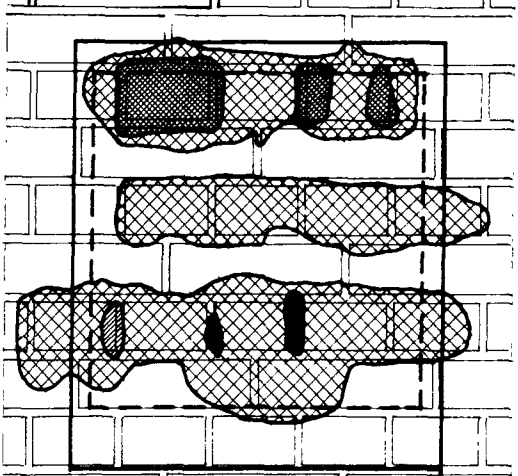


V Mz

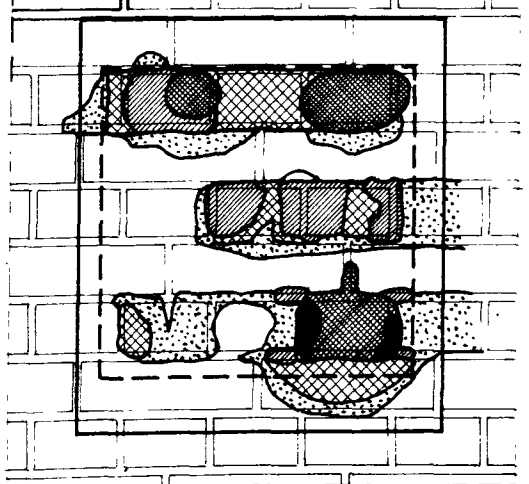
Vers. Nr. 2: 17,7% WA



Vers. Nr. 6: 12,1% WA



Vers. Nr. 4: 10,3% WA



— Vergleichsfläche (Rückseite)
 --- Beregnete Fläche (Vorderseite)
 WA= Wasseraufnahme in % n. Abschn. 3.3

Durchfeuchtungsreihenfolge



